

IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

IN RE APPLICATION OF: Yuji KASAI, et al.

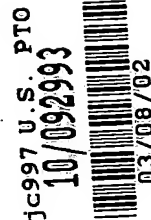
GAU:

SERIAL NO: NEW APPLICATION

EXAMINER:

FILED: HEREWITH

FOR: MAXIMUM POWER POINT TRACKING METHOD AND DEVICE



REQUEST FOR PRIORITY

ASSISTANT COMMISSIONER FOR PATENTS
WASHINGTON, D.C. 20231

SIR:

- ☐ Full benefit of the filing date of U.S. Application Serial Number , filed , is claimed pursuant to the provisions of 35 U.S.C. §120.
- ☐ Full benefit of the filing date of U.S. Provisional Application Serial Number , filed , is claimed pursuant to the provisions of 35 U.S.C. §119(e).
- ☒ Applicants claim any right to priority from any earlier filed applications to which they may be entitled pursuant to the provisions of 35 U.S.C. §119, as noted below.

In the matter of the above-identified application for patent, notice is hereby given that the applicants claim as priority:

COUNTRY

Japan

APPLICATION NUMBER

2001-067464

MONTH/DAY/YEAR

March 9, 2001

Certified copies of the corresponding Convention Application(s)

- ☒ are submitted herewith
- ☐ will be submitted prior to payment of the Final Fee
- ☐ were filed in prior application Serial No. filed
- ☐ were submitted to the International Bureau in PCT Application Number
Receipt of the certified copies by the International Bureau in a timely manner under PCT Rule 17.1(a) has been acknowledged as evidenced by the attached PCT/IB/304.
- ☐ (A) Application Serial No.(s) were filed in prior application Serial No. filed ; and
- ☐ (B) Application Serial No.(s)
- ☐ are submitted herewith
- ☐ will be submitted prior to payment of the Final Fee

Respectfully Submitted,

OBLON, SPIVAK, McCLELLAND,
MAIER & NEUSTADT, P.C.

Marvin J. Spivak

Registration No. 24,913

C. Irvin McClelland
Registration Number 21,124



22850

日本国特許庁
JAPAN PATENT OFFICE

05

JC997 U.S. PTO
10/092993



別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office

出願年月日

Date of Application:

2001年 3月 9日

出願番号

Application Number:

特願2001-067464

[ST.10/C]:

[JP2001-067464]

出願人

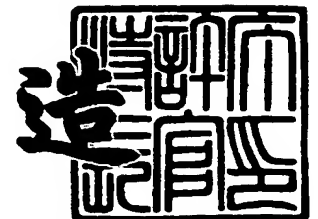
Applicant(s):

独立行政法人産業技術総合研究所
河西 勇二

2002年 1月29日

特許庁長官
Commissioner,
Japan Patent Office

及川耕造



出証番号 出証特2002-3002312

【書類名】 特許願

【整理番号】 10744690

【提出日】 平成13年 3月 9日

【あて先】 特許庁長官 殿

【国際特許分類】 H02J 1/00
G05F 1/67

【発明者】

【住所又は居所】 茨城県つくば市梅園1丁目1番4 経済産業省産業技術
総合研究所電子技術総合研究所内

【氏名】 河西 勇二

【発明者】

【住所又は居所】 栃木県小山市中久喜771 小山工業高等専門学校内

【氏名】 鹿野 文久

【特許出願人】

【代表出願人】

【識別番号】 301000011

【氏名又は名称】 経済産業省産業技術総合研究所長 日下 一正

【特許出願人】

【識別番号】 500046807

【氏名又は名称】 河西 勇二

【その他】 国以外の全ての者の持分の割合 49 / 100

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【ブルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 最大電力動作点追尾方法及びその装置

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 電流電圧特性がへの字特性である直流電源の電力をスイッチングコンバータを介して負荷に供給する方法において、

スイッチングコンバータの入力電圧を低周波微小変調した上記直流電源の出力電流値を、上記変調と同位相で且つ同等の大きさの変化の割合で増幅率を切り替える増幅率切替機能を有する回路で検出し、この回路の出力の上記変調と同期した成分を弁別回路で復調した信号を用いて上記スイッチングコンバータを制御することを特徴とする最大電力動作点追尾方法。

【請求項 2】 スwitchングコンバータの入力電圧を所定範囲に制限するようにしたことを特徴とする最大電力動作点追尾方法。

【請求項 3】 電流電圧特性がへの字特性である直流電源が太陽電池、風力で電力を発生する直流電源、波力で電力を発生する直流電源の少なくともいずれか 1 つであることを特徴とする請求項 1 又は請求項 2 の最大電力動作点追尾方法。

【請求項 4】 電流電圧特性がへの字特性である直流電源の電力をスイッチングコンバータを介して負荷に供給する装置において、

(1) スwitchングコンバータの入力電圧を、2 つの電圧値を交互に切り替える低周波微小変調を行うための回路と、

(2) 上記直流電源の出力電流値を検出する回路で、(1) における変調と同位相で且つ同等の大きさの変化の割合で増幅率を切り替える増幅率切替機能を有する回路と、

(3) (2) の回路の出力の(1) における変調と同期した成分を得るための弁別回路と、

(4) (3) の回路の出力を用いてスイッチングコンバータ制御回路に付加入力する信号を発生する回路と

を具備することを特徴とする最大電力動作点追尾装置。

【請求項 5】 スwitchングコンバータの入力電圧を所定範囲に制限する回

路を設けたことを特徴とする請求項 4 の最大電力動作点追尾装置。

【請求項 6】 電流電圧特性がへんの字特性である直流電源が太陽電池、風力で電力を発生する直流電源、波力で電力を発生する直流電源の少なくともいずれか 1 つであることを特徴とする請求項 4 又は請求項 5 の最大電力動作点追尾装置。

【発明の詳細な説明】

【 0 0 0 1 】

【発明の属する技術分野】

この発明は、電流電圧特性がへんの字特性である直流電源、例えば、太陽電池等で発生する電力をスイッチングコンバータを介して負荷に供給するシステムにおいて、直流電源特性の変化等に対応して直流電源の出力電力が最大になるようにスイッチングコンバータの動作点を制御して最適な最大電力動作点を追尾する方法および装置に関するものである。

【 0 0 0 2 】

【従来の技術】

太陽電池の発電量が最大になるように動作点を制御する従来の方法は、太陽電池の電圧と電流を計測し、その値をアナログデジタル変換してデジタル的に電圧値と電流値の積を計算し、あるいはアナログ的に電圧値と電流値の積を計算し、この積が最大となるように太陽電池に接続するスイッチングコンバータの時比率を変化させて制御していた。

【 0 0 0 3 】

又は、スイッチングコンバータの出力に注目し、出力の電圧あるいは電流が最大となるようにスイッチングコンバータの時比率を変化させる方法。又は、太陽電池パネルの温度を計測しその温度の関数として動作点を制御する方法が一般に用いられた。

【 0 0 0 4 】

【発明が解決しようとする課題】

しかしながら、上記従来の太陽電池の電圧と電流を計測して積を計算する方法では、制御のための回路が複雑となり、コストが高くなるという問題があった。

また、アナログデジタル変換の際の量子化誤差の問題があった。さらに、スイッチングコンバータの出力に注目する方法では、負荷の変動の影響を大きく受ける重大な問題があった。また、温度等を測定して制御する方法では、太陽電池パネルの温度や日射量、風量の不均一により、制御が最適な動作点からはずれるという重大な問題と、温度等を測定するためのセンサーの取り付けと配線が必要であるという不便さがあった。

【0005】

本発明が解決しようとする課題は、温度等のセンサーを必要としないで、太陽電池パネルの状態の不均一や負荷の変動の影響を受けずに、太陽電池の発電量が最大になるように動作点を正確に制御できる簡単で安価な回路を用いた方法の実現である。

【0006】

【課題を解決するための手段】

上記課題を解決するために、本発明は、スイッチングコンバータの入力電圧を低周波微小変調した上記直流電源の出力電流値を、上記変調と同位相で且つ同等の大きさの変化の割合で増幅率を切り替える増幅率切替機能を有する回路で検出し、この回路の出力の上記変調と同期した成分を弁別回路で復調した信号を用いて上記スイッチングコンバータを制御することにより、直流電源の状態変化に追従してスイッチングコンバータの動作点が最大電力動作点に追尾する方法および装置を提供する。

【0007】

さらに、本発明は、スイッチングコンバータが最大動作点で確実に動作するように、動作範囲を設定する手段を追加する。

また、本発明の直流電源としては、直流電源の電流電圧特性がへの字特性である直流電源が、太陽電池、風力で電力を発生する直流電源、波力で電力を発生する直流電源の少なくともいずれか1つを使用する直流電源である。

【0008】

【作用】

本発明の方法および装置では、簡単な回路を用いた方法で直流電源の出力電

力が最大になるように動作点を正確に制御し、最大電力が得られる動作点を追尾することができる。上記の最大電力動作点追尾方法における動作点の追尾を行う回路は、簡単なパルス発生回路及び増幅器、並びに半導体スイッチが主要な構成要素であり、少数の安価な汎用の部品のみを用いて回路を実現できる。

さらに、本発明の方法を用いることにより、より少ない費用で直流電源において最大出力発電量を得ることができ、エネルギー利用効率が向上し、設備投資費用の回収期間が短縮する作用がある。

【 0 0 0 9 】

【発明の実施の形態】

まず、最初に本発明が前提とする、電流電圧特性がへのはの字特性である直流電源の特性について説明する。図2は太陽電池の出力電力－出力電圧特性（ $P-V$ ）、図3は出力電流－出力電圧特性（ $I-V$ ）を示している。太陽電池のような直流電源は、図2に示されているように電流－電圧特性は、電圧が大きくなるにつれて、電流は減少する傾向、即ち垂下傾向のへのはの字特性（以下、本明細書では単にへのはの字特性という。）を有している。太陽電池の出力特性は、季節の変化等に伴う太陽電池周辺の温度の変化や日射量によって変動する。太陽電池周辺の温度が低くなるにつれて、例えば特性曲線は $L1$ から $L2$ に、 $L3$ から $L4$ に、又、日射量が少なくなるにつれて特性曲線は例えば $L2$ から $L1$ に、 $L4$ から $L3$ にと変動する。季節、天候や時間により特性曲線は絶えず変動しているので特性曲線の変動に合わせて最適動作電圧を制御する必要があった。

【 0 0 1 0 】

図3の出力電流－出力電圧特性はへのはの字特性で、その屈折点（ V_{s1} , I_{s1} ）, （ V_{s2} , I_{s2} ）で、この電圧値で出力電力は最高である（ P_{s1} , P_{s2} ）。また、この屈折点で $I-V$ 特性曲線 $L3$, $L4$ の傾きがそれぞれ $-I_{s1}/V_{s1}$, $-I_{s2}/V_{s2}$ となっている。即ち、

$$P=VI \text{ の関係式を } V \text{ で微分すると、 } \Delta P / \Delta V = I + V \cdot \Delta I / \Delta V$$

で、出力電力 P が最大値のときは $\Delta P / \Delta V = 0$ であるので、このとき $\Delta I / \Delta V = -I / V$ である。

【 0 0 1 1 】

これは、出力電力 P が最大値のとき、 $I-V$ 特性曲線の接線は勾配 $-I/V$ の曲線であることを示している。本発明者らは、この特性は図 2、図 3 のように特性曲線が変化しても変わらないことを知見した。本発明は、この特性を利用して、 $I-V$ 特性曲線の接線勾配が $-I/V$ となるようにスイッチングコンバータを制御して、直流電源の特性が状態変化を受けて変動しても、その動作点を直流電源の最大出力電力の動作点に追従させる方法および装置である。

【 0 0 1 2 】

図 1 ～ 図 7 を参照して本発明の実施例を説明する。この実施例は、電流電圧特性が β の字特性である直流電源として太陽電池、入力電圧制御型のスイッチングコンバータを使用した例である。この実施例は、入力電圧制御型のスイッチングコンバータ 2 を介して、太陽電池 1 の電力を負荷 3、緩衝用電池 4 に供給する装置例である。図 1 中、5 はスイッチングコンバータ 2 の入力電圧を測定する検出電圧入力回路、6 はスイッチングコンバータ 2 に電圧制御信号を出力するスイッチングパルス発生回路、7 A は検出電流入力回路、7 B は電流検出回路、8 は弁別回路、9 は積分回路、10 は電流検出回路 7 B、弁別回路 8 およびスイッチングパルス発生回路 6 に変調信号のタイミングを与えるパルス発生器を表している。パルス発生器 10 は、互いに反転する出力パルス Q_1 、 Q_2 を出力する。

【 0 0 1 3 】

さらに、スイッチングコンバータ 2 中、21 はスイッチング素子、22 はリアクトル（インダクタンス）、23 は整流器（ダイオード）、24 はコンデンサを表している。検出電圧入力回路 5 中の 51、52 は入力電圧 V_{in} を検出するための分圧抵抗を、検出電流入力回路 7 A 中の 71 は入力電流を検出するための電圧降下抵抗を表している。

【 0 0 1 4 】

図 4 は電流検出回路 7 B、弁別回路 8、積分回路 9 の回路例を、図 5 はスイッチングパルス発生回路 6 の回路例を示す。

図 4 中、73、91 は演算増幅器（差動増幅器）、74、82 はパルス発生器 10 が出力する変調信号 Q_1 で、83 はパルス発生器 10 が出力する変調信号 Q_2 により閉状態となる半導体スイッチ素子、72、75、76 は抵抗、81、9

2はコンデンサを表している。図5中、62は差動増幅器、63は比較器、64は鋸歯状波発生器、69は変調信号Q1により閉状態になる半導体スイッチ素子、67、70、72は抵抗を表している。61、66、68、71はスイッチングパルス発生回路8の入力端子、65は出力端子を表している。

【0015】

スイッチングコンバータ2は参照電圧Eに比例した値を目標の入力電圧とする制御を行う。検出入力電圧 V_{in} に比例した電圧 V_i と参照電圧Eとの差分を差動増幅器62で増幅し、その偏差出力を鋸歯状波発生器64の出力と比較することにより、PWM出力をスイッチングコンバータ2のスイッチング素子21に出力し、負荷3に平滑された電圧出力を供給する。回路部分6Aを除く回路が従来のスイッチングコンバータ2の定電圧制御回路となる。

【0016】

図6、図7は本発明の制御回路の変調動作状態のタイムシーケンス図である。図6、図7の(a)はパルス発生器10が出力する互いに反転した出力パルスQ1、Q2を示す。T1はパルスQ1がオフでパルスQ2がオンの期間を、T2はパルスQ1がオンでパルスQ2オフの期間を表す。図6、(b)は太陽電池出力の検出入力電圧 V_{in} の波形を、同(c)は太陽電池出力の検出入力電流 I_{in} を、同(d)は電流検出回路7Bの増幅率Aの変動を、図7、(b)は電流検出回路7Bの出力波形を、同(c)は弁別回路8の出力波形を示す。これらの波形は図6、図7の(a)に示される出力パルスQ1、Q2に同期している。

【0017】

スイッチコンバータ2は、検出入力電圧と参照電圧（本発明の最大電力追従装制御信号がないときは基準電圧 $V_{s'}$ に等しい。）とは差動増幅器62で差分が増幅され、鋸歯状波発生器64出力の鋸歯状波と比較されて時比率を制御されたスイッチングパルス I_c を、スイッチングコンバータ2のスイッチング素子21に出力する。スイッチング素子21はスイッチングパルスの時比率により、オン・オフ制御されて平滑された電圧を負荷に供給する。

【0018】

次に、本発明の低周波微小変調動作を説明する。パルス発生器10からの信号

Q 1 によってスイッチングパルス発生回路 6 の半導体スイッチ素子 6 9 が開閉を繰り返し、基準電圧 V_s' は抵抗 6 7 と抵抗 7 0 との分圧比によって変調された参照電圧 E (変調率 2 m) に追従する波形に太陽電池の出力電圧 V が図 6, (b) で示される波形に変調される。スイッチングコンバータ 2 は、入力電圧、即ち太陽電池の出力電圧 V に、パルス発生器 1 0 からの信号 Q 1, Q 2 によってスイッチング制御信号周波数よりも低い周波数で、微少な変調 (変化の割合が 2 m) をかける。

【 0 0 1 9 】

低周波微小変調された太陽電池の出力電圧 V は図 6, (b) の検出入力電圧 V_{in} に対応した電圧となる。曲線 1 0 1 は太陽電池の出力電圧が最大発電量 (P m) が得られる最適場合の最適電圧 (V_s) である場合の、曲線 1 0 2 は出力電圧が最適電圧より低い場合の、曲線 1 0 3 は出力電圧が最適電圧より大きい場合の検出入力電流 I_{in} の波形を示している。

【 0 0 2 0 】

この時、太陽電池の電流電圧特性が図 3 に示される曲線であることから、太陽電池の出力電流 I は、同時に低周波で出力電圧 V の微小変調 (変調率 m) と 1 8 0 度位相の異なる微小変調を受ける。電流検出回路 7 B は、出力電流 I に比例して抵抗 7 1 の抵抗値 R_1 に発生する電圧を、演算増幅器 7 3 で増幅するもので、パルス発生器 1 0 の信号 Q 1 により半導体スイッチ素子 7 4 を開閉し、帰還抵抗 7 5, 7 6 の合成値を切り替え、演算増幅器 7 3 の増幅率 A を切り替える回路である。増幅率 A の変化の割合は、出力電圧 V の変調率 m と同じで同位相となるように、抵抗 7 5 の抵抗値 R_2 の値を選定してある。例えば、 $R_2 = R_3 \times (1 - m) / 2m$ である。ここで、 R_3 は抵抗 7 6 の抵抗値である。

【 0 0 2 1 】

図 6, (c) の 1 0 4 は太陽電池の出力電圧 V が最適電圧 V_s の時の、1 0 5 は最適値電圧 V_s よりも低いときの、1 0 6 は最適値電圧 V_s よりも高いときの検出入力電流 I_{in} 波形を示している。太陽電池の出力電流 I は検出入力電流 I_{in} の波形に比例している。

【 0 0 2 2 】

電流検出回路 7 B の出力値 V_a は、電流検出回路の増幅率 A を用いて、 $V_a = I_{in} \times A$ で与えられる。実際の出力電圧は、演算増幅器の反転動作のため極性が逆となるが、便宜上正の値（絶対値）で説明する。ここで、増幅率 A がパルス発生器 10 の出力パルスに同期して 2 つの増幅率の値を交互に切り替えていることから、 V_a の値は太陽電池の状態によって異なる変調された値となる。

【 0 0 2 3 】

すなわち、太陽電池の出力電圧 V が最適値 V_s のときには V_a の値は Q_1 オンの時（期間 T_2 ）と Q_1 オフの時（期間 T_1 ）で同じ値、 V が最適値 V_s よりも低いときには V_a の値は Q_1 オンの時（期間 T_2 ）は Q_1 オフの時（期間 T_1 ）よりも低い値、 V が最適値 V_s よりも高いときには V_a の値は Q_1 オンの時（期間 T_2 ）では Q_1 オフの時（期間 T_1 ）よりも高い値となる。

図 7, (b) の出力 108 は太陽電池の出力電圧 V が最適値 V_s のときの、出力 109 は V が最適値 V_s よりも低いときの、出力 110 は V が最適値 V_s よりも高いときの波形である。

【 0 0 2 4 】

弁別回路 8 は電流検出回路 7 B の出力 (V_a) 108, 109, 110 をパルス発生器 10 の出力パルスで同期検波することにより太陽電池の出力動作点の情報を得る。半導体スイッチ素子 82, 83 をパルス発生器 10 の出力 Q_1 , Q_2 で開閉するが、半導体スイッチ 83 がオン状態の時（期間 T_1 ）にコンデンサ 81 の電圧がリセットされ、半導体スイッチ素子 82 がオン状態の時（期間 T_2 ）に電流が積分回路 9 に出力される。

【 0 0 2 5 】

図 7, (c) は弁別回路の出力の波形 111, 112, 113 を示し、出力 111 は太陽電池の出力電圧 V が最適値 V_s のときの、出力 112 は V が最適値 V_s よりも低いときの、出力 113 は最適値 V_s よりも高いときの波形である。

【 0 0 2 6 】

積分回路 9 は弁別回路 8 の出力信号 I_a を積分して、スイッチングパルス発生器 6 の基準電圧 V_s' に加算して参照電圧 E を変動させる。太陽電池の出力電圧 V が最適値 V_s のときには積分器 9 の出力電圧は一定で、スイッチング制御信号

I c は変化せず、最適値 V s よりも低い時には積分器 9 の出力電圧はスイッチングコンバータ 2 の入力電圧を上昇させる方向に、出力電圧 V が最適値 V s よりも高いときには積分器 1 0 の出力電圧はスイッチングコンバータ 2 の入力電圧を下降させる方向にスイッチング制御信号 I c を変化させる。

【 0 0 2 7 】

図 8 は本発明による太陽電池出力電圧の動作点の移動を模式的に示した図である。図中 (a) は最適出力電圧 V s (最大出力電力 P m を出力する電圧) より出力電圧 V が小さい場合で、基準電圧 V s ' のパルス Q 1 による低周波微小変調は例えば V 1 と V 2 の間を変動するものとする、弁別回路 8 は図 7, (c-3) の出力波形を出力し、スイッチングパルス発生回路 6 が出力するスイッチング制御信号 I c によりスイッチングコンバータ 2 が制御されて出力動作電圧が電圧 V s に向かって移動する。

【 0 0 2 8 】

図 8, (c) は最適電圧値 V s を超えた出力電圧 V 5, V 6 における制御を示す。このとき出力電圧 V 5, V 6 は最適電圧 V s に向かって制御される。図 8, (b) は最適出力電圧 V s をまたいで、出力電圧が制御される場合で、出力電圧は変化の割合 $2m (= \Delta V / V, \text{変調率 } m)$ の変動変化で図のように V 3 と V 4 との間を移動する。

【 0 0 2 9 】

以上の動作を数式を用いて説明する。太陽電池の出力電圧は、期間 T 1 では $V(1+m)$ 、期間 T 2 では $V(1-m)$ となるように変調されている。

太陽電池の出力電流は、太陽電池の出力電圧 V が最適電圧 V s より低いとき、期間 T 1 では $I(1-ma)$ 、期間 T 2 では $I(1+ma)$ となる。太陽電池の出力電圧 V が最適電圧 V s のとき、期間 T 1 では $I(1-m)$ 、期間 T 2 では $I(1+m)$ となる。太陽電池の出力電圧 V が最適電圧 V s より高いとき、期間 T 1 では $I(1-mb)$ 、期間 T 2 では $I(1+mb)$ となる。

ここで、ma, m, mb は、太陽電池の出力電流-出力電圧特性曲線の勾配により決まり、電力電圧特性がへ字特性であることから、 $ma < m < mb$ の関係がある。(図 3 参照)

【0030】

したがって、電流検出回路7Bで検出する太陽電池の電流値 I_{in} は、平均値を I_{in_0} として、太陽電池の出力電圧 V が最適電圧 V_s より低いとき、期間 T_1 では $I_{in_0}(1-ma)$ 、期間 T_2 では $I_{in_0}(1+ma)$ となる。太陽電池の出力電圧 V が最適電圧 V_s のとき、期間 T_1 では $I_{in_0}(1-m)$ 、期間 T_2 では $I_{in_0}(1+m)$ となる。太陽電池の出力電圧 V が最適電圧 V_s より高いとき、期間 T_1 では $I_{in_0}(1-mb)$ 、期間 T_2 では $I_{in_0}(1+mb)$ となる。

電流検出回路7Bの増幅率 A は、平均値を A_0 として、期間 T_1 では $A_0(1+m)$ 、期間 T_2 では $A_0(1-m)$ となるように変調されている。

【0031】

電流検出回路7Bの出力値 V_a は、 $I_{in} \times A$ で与えられることから、太陽電池の出力電圧 V が最適電圧 V_s より低いとき、期間 T_1 では

$$V_a = I_{in_0} A_0 (1-ma) (1+m) \doteq I_{in_0} A_0 (1+(m-ma))、$$

期間 T_2 では

$$V_a = I_{in_0} A_0 (1+ma) (1-m) \doteq I_{in_0} A_0 (1+(ma-m)) \text{ となる。}$$

【0032】

太陽電池の出力電圧 V が最適電圧 V_s のとき、期間 T_1 では

$$V_a = I_{in_0} A_0 (1-m) (1+m) \doteq I_{in_0} A_0、$$

期間 T_2 では

$$V_a = I_{in_0} A_0 (1+m) (1-m) \doteq I_{in_0} A_0 \text{ となる。}$$

太陽電池の出力電圧 V が最適電圧 V_s より高いとき、期間 T_1 では

$$V_a = I_{in_0} A_0 (1-mb) (1+m) \doteq I_{in_0} A_0 (1+(m-mb))、$$

期間 T_2 では

$$V_a = I_{in_0} A_0 (1+mb) (1-m) \doteq I_{in_0} A_0 (1+(mb-m))$$

となる。

【0033】

期間 T_2 の電流検出回路7Bの出力値 V_a と期間 T_1 の出力値 V_a の差分 ΔV_a は、太陽電池の出力電圧 V が最適電圧 V_s より低いとき $\Delta V_a = 2 I_{in_0} A_0 (ma-m)$ となり、太陽電池の出力電圧 V が最適電圧 V_s のとき $\Delta V_a = 0$ となり

、太陽電池の出力電圧 V が最適電圧 V_s より高いとき、 $\Delta V_a = 2 I_{in_0} A_0 (mb - m)$ となる。

【 0 0 3 4 】

ところで、 $ma < m < mb$ の関係があることから、期間 T_1 と期間 T_2 における電流検出回路 7 B の出力 V_a の関係は、太陽電池の出力電圧 V が最適電圧 V_s より低いとき期間 T_1 での V_a よりも期間 T_2 での V_a の方が小さく、太陽電池の出力電圧 V が最適電圧 V_s のとき期間 T_1 での V_a と期間 T_2 での V_a は等しく、太陽電池の出力電圧 V が最適電圧 V_s より高いとき期間 T_1 での V_a よりも期間 T_2 での V_a の方が大きい。

【 0 0 3 5 】

弁別回路 8 では、期間 T_1 においてコンデンサ 8 1 の電圧をリセットし、期間 T_2 においてコンデンサ 8 1 を通して弁別器の出力を積分回路 9 に入力する。積分回路は演算増幅器で構成され入出力で極性が反転することから、積分回路 9 の出力電圧値は、太陽電池の出力電圧 V が最適電圧 V_s より低いとき上昇し、太陽電池の出力電圧 V が最適電圧 V_s に等しいとき一定であり、太陽電池の出力電圧 V が最適電圧 V_s より高いとき下降する。

【 0 0 3 6 】

図 9 はこれらの検出入力電圧、検出入力電流と変調動作との関係をまとめた表である。したがって、スイッチングコンバータの参照電圧 E は、太陽電池の出力電圧 V が最適電圧 V_s より低いとき上昇し、太陽電池の出力電圧 V が最適電圧 V_s に等しいとき一定であり、太陽電池の出力電圧 V が最適電圧 V_s より高いとき下降する。

【 0 0 3 7 】

このように上記に示される簡単な回路を用いた方法で太陽電池の発電量が最大になるように動作点を正確に制御し、最大電力が得られる動作点を追尾し、また、日射の状態が変化する等太陽電池の状態が刻々変化して最適動作点に変化しても、上記の動作原理に基づいて、最新の最適動作点を忠実に追尾させることができる。

【 0 0 3 8 】

半導体スイッチ素子としては、半導体集積回路による汎用アナログスイッチ回路、電界効果トランジスタ、接合型トランジスタ、ダイオードブリッジ回路の何れも使用可能である。演算増幅器は、反転入力のみを用いており、一般の線形増幅器で置き換えても差し支えない。

【 0 0 3 9 】

変調率 m の値は、小さすぎると雑音による影響を受け、大きすぎると最適動作点を中心とする動作点の範囲が過剰に広がるため最大電力が低下する。パルス発生器 10 の出力するパルスの周波数は、高すぎると太陽電池の蓄積電荷およびスイッチングコンバータの入力キャパシタンスの影響を受けてしまい最適動作点の追尾に誤差を生じてしまう。また、低すぎると最適動作点の追跡の応答性が低下する。

【 0 0 4 0 】

この実施例における変調率 m の値は、0.001 から 0.02 の間で、パルス発生器 10 からのパルスの周波数は、30 Hz ~ 1 kHz の間で特に有効である。鋸歯状波発生回路の出力波形の周波数は 10 kHz ~ 500 kHz の間で特に有効である。

【 0 0 4 1 】

図 1 の実施例 1 においては、電流検出回路 7 A を抵抗 7 1 間の電圧降下で出力電流を検出したが、抵抗 7 1 間による電圧降下検出の代わりに、ホール素子あるいはファラデー効果を奏する素子を用いた回路を使用しても良い。動作は、実施例 1 の場合と同様であり、電流検出におけるエネルギーのロスが少ないという利点がある。

【 0 0 4 2 】

また、図 1 の実施例 1 においては、昇圧型・非絶縁型のスイッチングコンバータを例に説明したが、スイッチングコンバータ 2 は降圧型のスイッチングコンバータであってもよい。この場合パルス発生器 10 からのパルスの周波数は、鋸歯状波発生回路の出力周波数よりも十分低いことが好ましく、鋸歯状波発生回路の出力周波数の 100 分の 1 以下であると特に有効である。また、言うまでもなく、非絶縁型のスイッチングコンバータに限らず、絶縁型のスイッチングコンバー

タであっても良い。

【0043】

実施例2

図10, (a) は直並列に接続された太陽電池が一部故障した場合における等出力電力-電圧特性に最大値のほかに極大値 P_{m4} が生ずる場合の特性図である。図10, (b) はこの場合における出力電流-電圧特性を示している。出力電力の極大値においても、出力電流-出力電圧特性の $-I_{s4}/V_{s4}$ 勾配の動作電圧 V_{s4} が存在する。したがって、このような動作電圧 V_{s4} を排除する最大出力電力 P_{m3} に対応する動作電圧 V_{s3} 付近のみを動作範囲とする回路をスイッチングパルス発生回路6に設ければ、真の最適動作点を追尾することができる。

【0044】

太陽電池の出力電圧はスイッチングコンバータの参照電圧 E により制御されるので、スイッチングコンバータの参照電圧 E を所定範囲に制限することで最大値の他に極大値が存在する場合にも真の最適動作点の追尾が可能となる。

図4および図5の回路において、入力端子61の電圧 V_{in} は太陽電池の電圧に抵抗51と抵抗52の分圧比を掛けた電圧である。一方、参照電圧は、基準電圧 $V_{s'}$ と積分回路9の出力電圧（入力端子71の電圧） V_b を抵抗67と抵抗72で合成した電圧である。

【0045】

積分回路9の出力電圧 V_b は、演算増幅器91の出力電圧の範囲が演算増幅器91の電源電圧に依存して限定されていることから、必然的にその電圧 V_b の取り得る範囲が限定されている。また、演算増幅器の電源には電圧を安定化させたものが通常用いられる。それゆえ、出力電圧 V_b には、一定の最低電圧 (V_{bmin}) と最高電圧 (V_{bmax}) が存在する。

【0046】

抵抗51と抵抗52の分圧比を r_5 、抵抗67の抵抗値を R_6 、抵抗72の抵抗値を R_7 とすると、スイッチングコンバータの最小入力電圧 V_{min} と最大入力電圧 V_{max} は、

$$V_{\min}/r_5 \doteq (V_{b\min} \times R_6 + V_{s'} R_7) / (R_6 + R_7)$$

$$V_{\max}/r_5 \doteq (V_{b\max} \times R_6 + V_{s'} R_7) / (R_6 + R_7)$$

の関係がある。

【0047】

太陽電池の温度変化、日射量変化等から予想される最適電圧値 V_s の範囲と、電力最大値ではない極大値となる電圧 V_4 の値から真の最適動作点を追尾するのに必要なスイッチングコンバータの最小入力電圧 V_{\min} と最大入力電圧 V_{\max} が決定される。分圧比 r_5 、抵抗値 R_6 、抵抗値 R_7 、基準電圧値 $V_{s'}$ を適宜選択するで、スイッチングコンバータの入力電圧範囲を任意に制限することが可能となり、最大値の他に極大値が存在する場合にも真の最適動作点の追尾が可能となる。

【0048】

なお、演算増幅器の出力電圧を制限する方法として、一定の電圧に対しダイオードを通して電圧制限を行うダイオードクリップの方法、あるいは、コンデンサ-92と並列に2つの定電圧ダイオードを逆極性で直列接続したものを接続しもよい。この場合電圧を制限する範囲がより正確に設定できるという利点がある。

【0049】

実施例3

図11は風力で発電機を回転して直流電力を出力する電源における出力特性を示す図である。このように出力電流-出力電圧特性が「への字」特性を有する電源は、出力電流-出力電圧特性はその特性曲線の変曲点で最大出力電力を有することは明らかである。図1の実施例1の場合と同様の動作により、最大電力が得られる動作点の自動追尾を行うことができる。又波力により発電機を回転して直流電力を供給する電源でも図1の実施例1の場合と同様の動作により、最大電力が得られる動作点の自動追尾を行うことができる。

【0050】

実施例4

太陽電池と風力発電電源とを併用した場合等異なる種類のへの字特性を有する電源を併用した場合には、その出力特性が異なる周囲環境条件によって移動する

。そこで、併用電源の出力特性は図 1 0 のような出力電流－出力電圧特性になる可能性があるので、前記した複数の太陽電池と同じく、スイッチングコンバータの入力電圧範囲を所定範囲に制限することにより、最大値の他に極大値が存在する場合にも真の最適動作点の追尾が可能とすることができる。

【 0 0 5 1 】

【発明の効果】

このように上記に示される簡単な回路を用いた方法で太陽電池等の発電量が最大になるように動作点を正確に制御し、最適動作点の変動に追尾することができる。上記の最適動作点追尾方法における動作点の追尾を行う回路は、簡単なパルス発生回路及び増幅器、並びに半導体スイッチが主要な構成要素であり、少数の安価な汎用の部品のみを用いて回路を実現できる特徴を有する。

この方法を用いることにより、より少ない費用で太陽電池等からの最大の発電量を得ることができ、エネルギー利用効率が向上し、設備投資費用の回収期間が短縮する作用がある。

【図面の簡単な説明】

【図 1】

本発明の方法を実現するための回路の構成図である。

【図 2】

太陽電池の出力電力－出力電圧特性を模式的に示す図である。

【図 3】

太陽電池の出力電流－出力電圧特性を模式的に示す図である。

【図 4】

本発明の実施例の具体的回路例を模式的に示す図である。

【図 5】

本発明の実施例におけるスイッチングパルス発生回路を模式的に示す図である。

【図 6】

本発明の検出入力電圧、検出入力電流及び電流検出回路の変調制御を説明する図である。

【図 7】

本発明の電流検出回路出力及び弁別回路の変調制御を説明する図である。

【図 8】

太陽電池の出力特性の変動を概略説明する図である。

【図 9】

検出入力電圧、検出入力電流と変調動作との関係をまとめた表である。

【図 1 0】

太陽電池の出力電流－出力電圧特性曲線の－I/V 勾配が 2 カ所ある場合の制御原理を説明する図である。

【図 1 1】

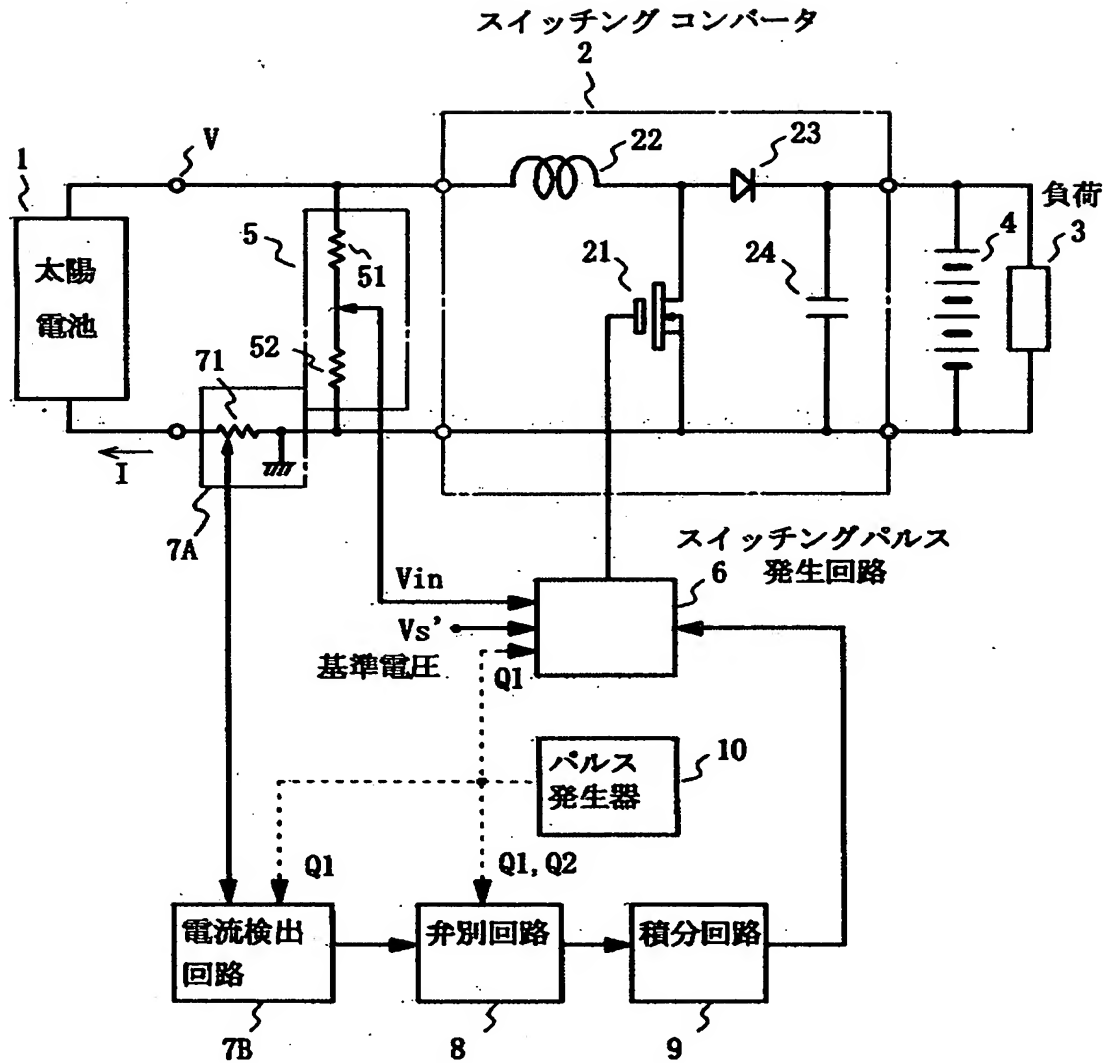
風力発電装置の出力電力－出力電圧及び出力電流－出力電圧特性曲線を模式的に示した図である。

【符号の説明】

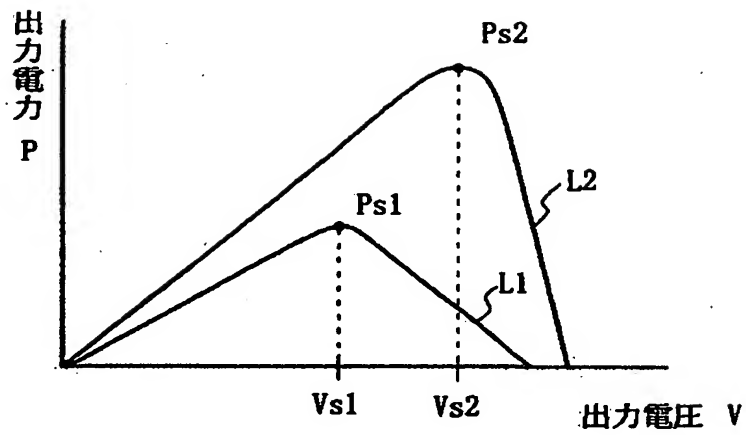
- 1 太陽電池
- 2 スイッチングコンバータ
- 3 負荷
- 6 スイッチングパルス発生回路
- 7 B 電流検出回路
- 8 弁別回路
- 9 積分回路
- 1 0 パルス発生回路
- V s 最適動作電圧
- Q 1, Q 2 パルス発生器の出力パルス
- m 変調率

【書類名】 図面

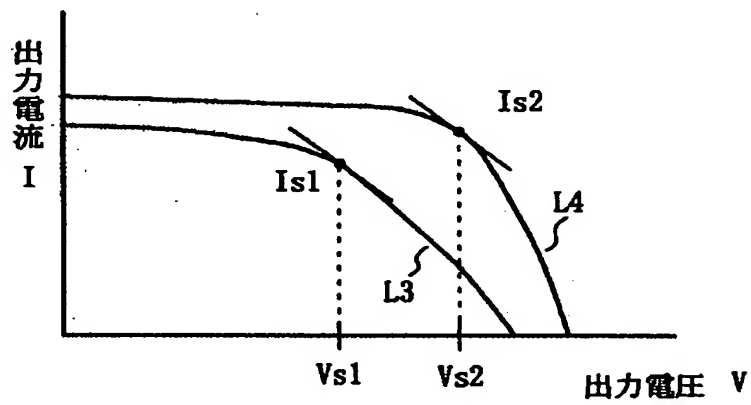
【図 1】



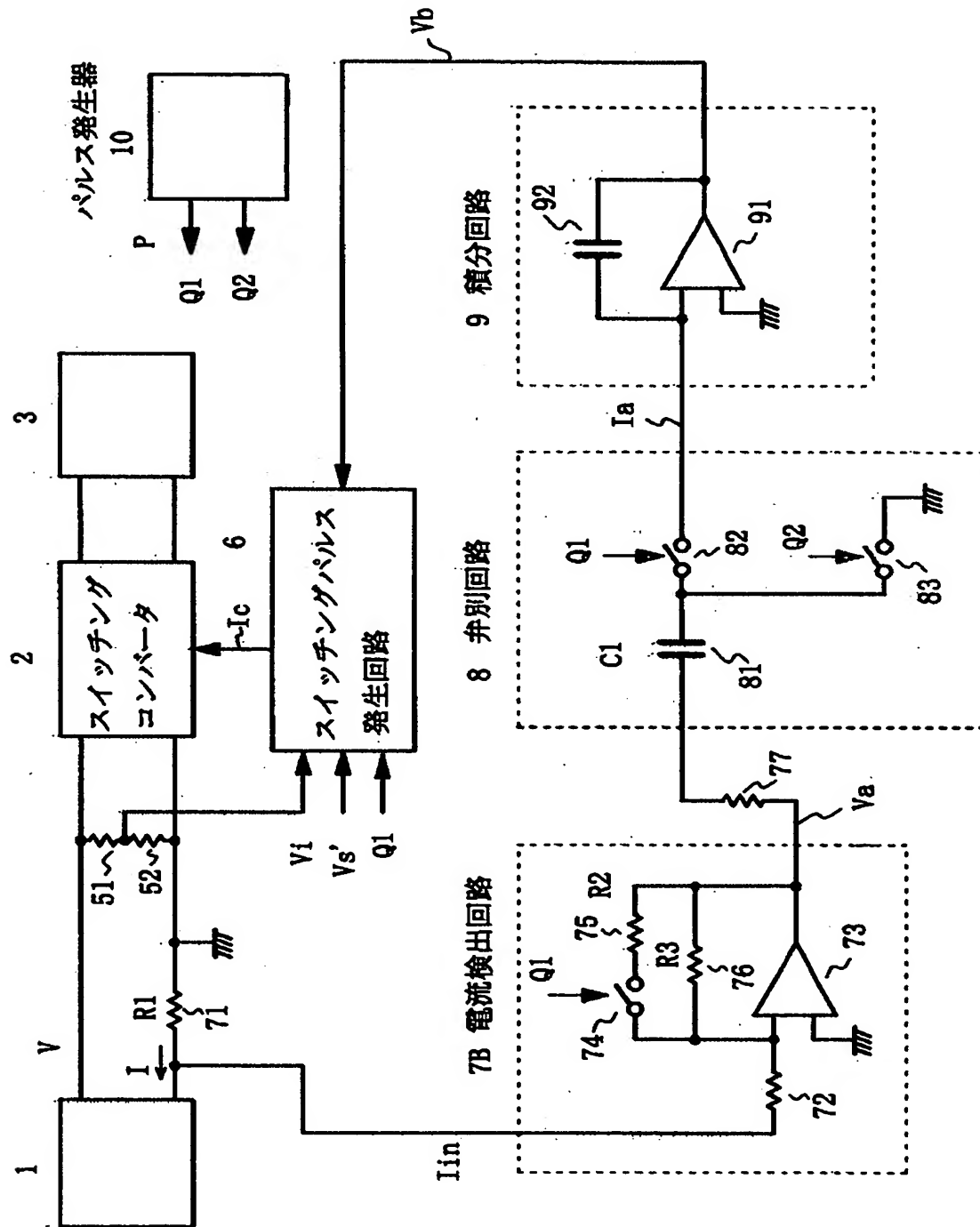
【図 2】



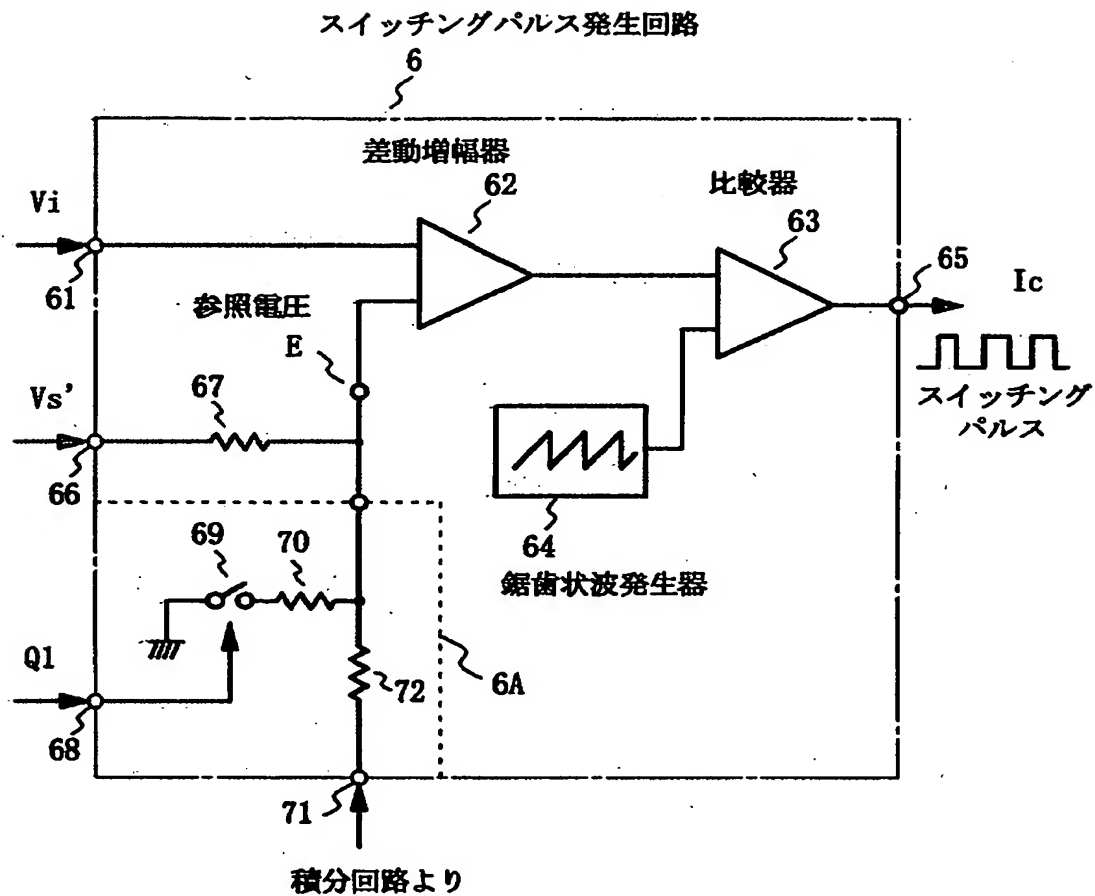
【図 3】



【図4】



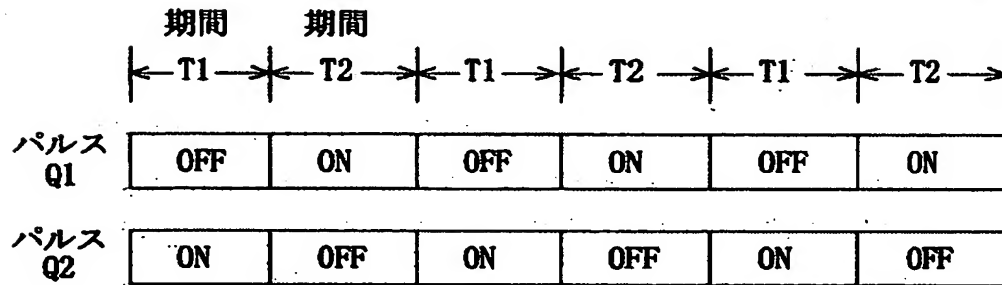
【図 5】



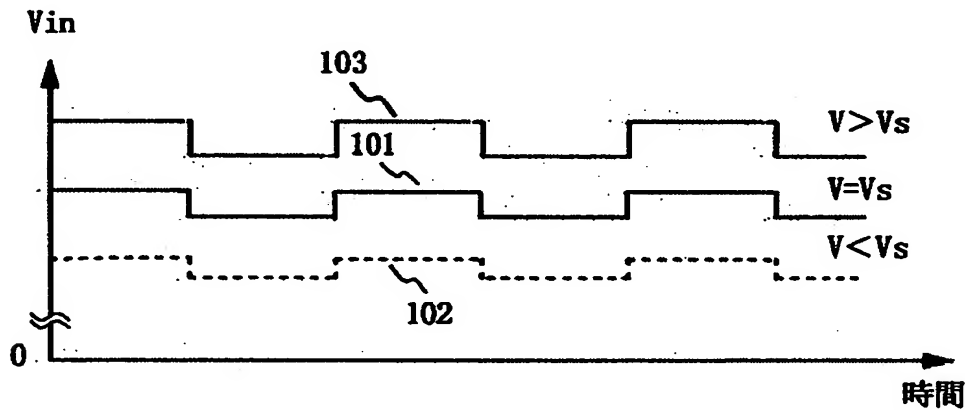
【図 6】

(a) パルス発生器10の出力パルスQ1, Q2による

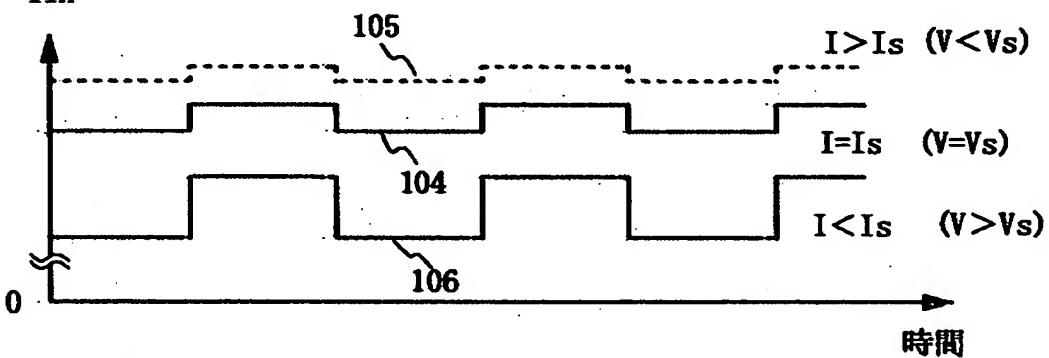
半導体スイッチ69, 74, 82, 83のオン・オフ状態



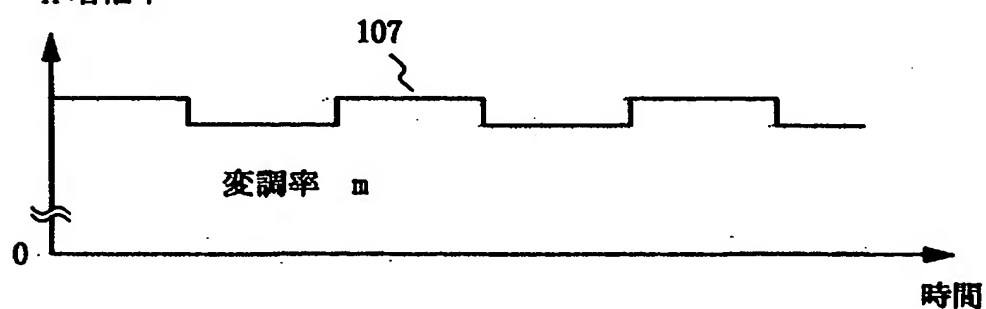
(b)



(c)



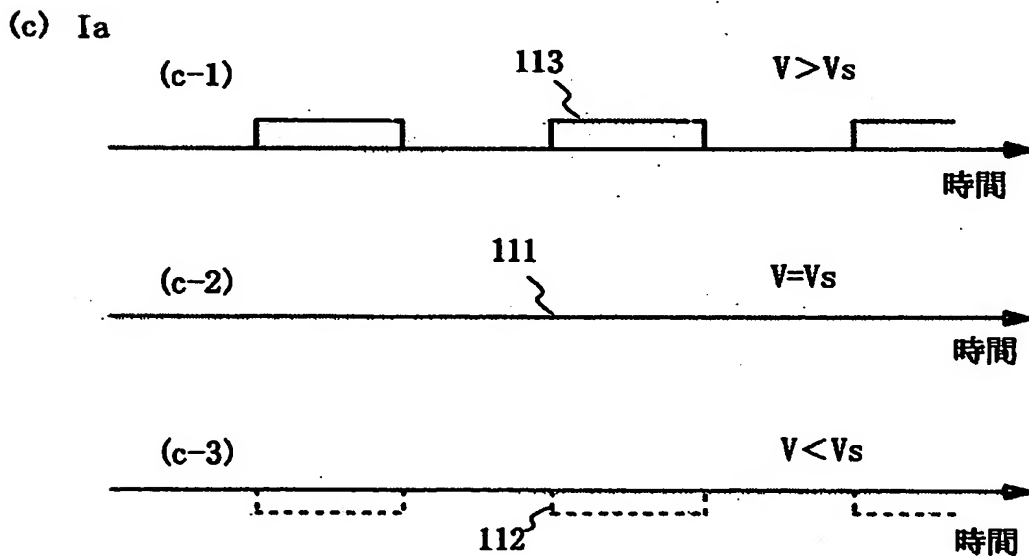
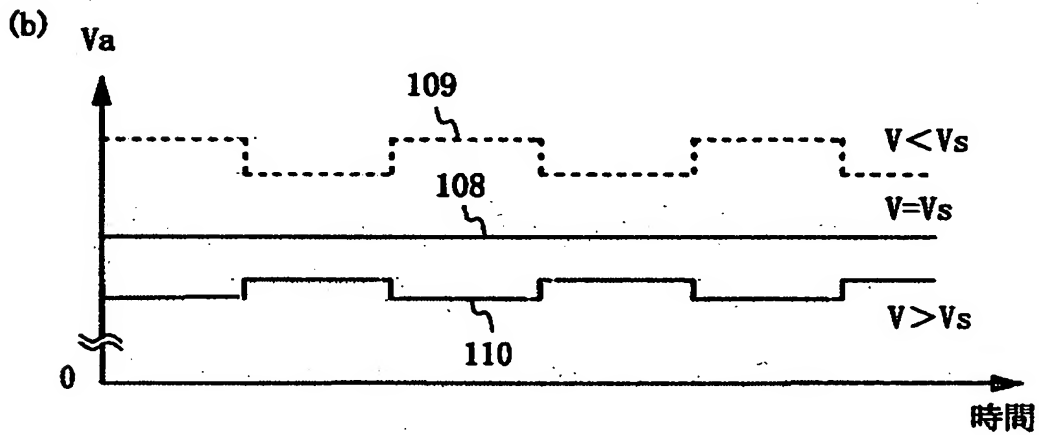
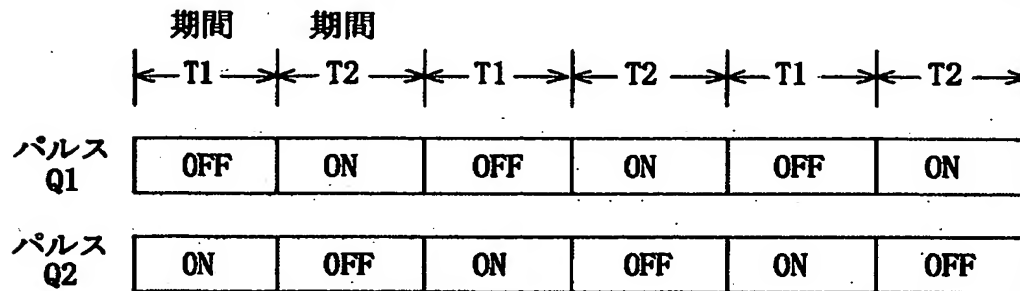
(d)



【図 7】

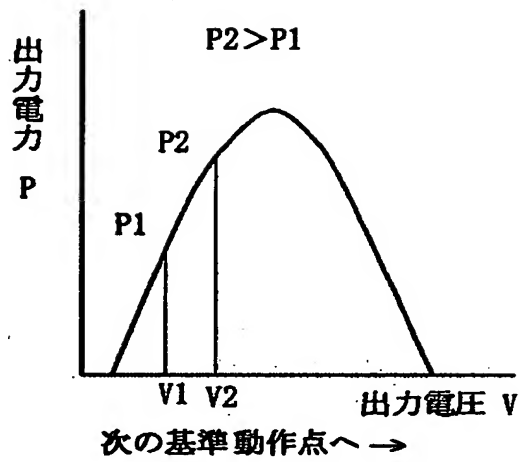
(a) パルス発生器10の出力パルスQ1, Q2による

半導体スイッチ69, 74, 82, 83のオン・オフ状態

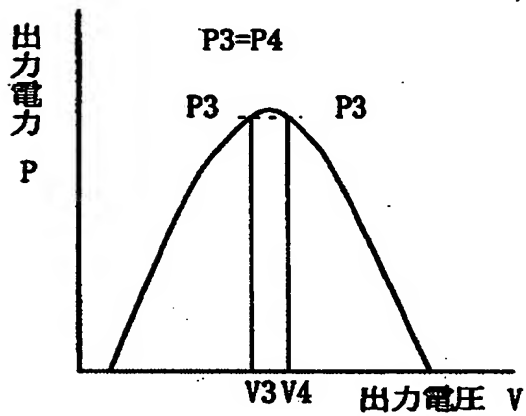


【図 8】

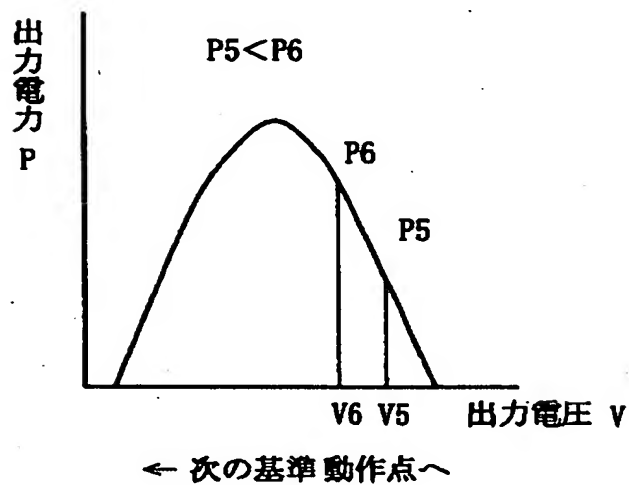
(a)



(b)



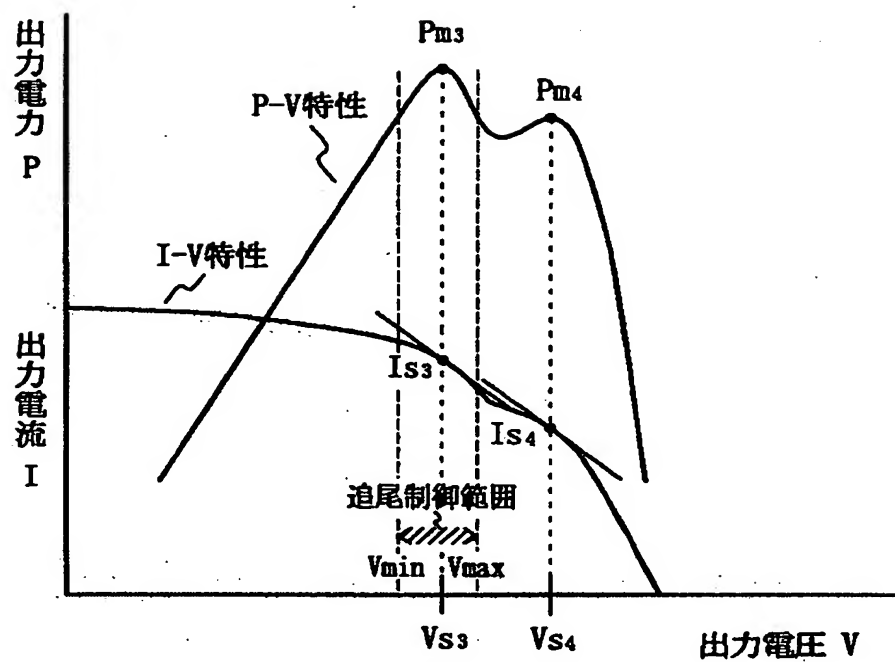
(c)



【図 9】

太陽電池の動作点	$V < V_s$		$V = V_s$		$V > V_s$	
	期間 T 1	期間 T 2	期間 T 1	期間 T 2	期間 T 1	期間 T 2
タイミング						
太陽電池電圧 V	$V(1+m)$	$V(1-m)$	$V(1+m)$	$V(1-m)$	$V(1+m)$	$V(1-m)$
太陽電池電流 I	$I(1-ma)$	$I(1+ma)$	$I(1-m)$	$I(1+m)$	$I(1-mb)$	$I(1+mb)$
I-V特性曲線の 勾配	$-(< I/V)$		$-I/V$		$-(> I/V)$	
検出電圧 V_{in}	$V_{ino}(1+m)$	$V_{ino}(1-m)$	$V_{ino}(1+m)$	$V_{ino}(1-m)$	$V_{ino}(1+m)$	$V_{ino}(1-m)$
検出電流 I_{in}	$I_{ino}(1-ma)$	$I_{ino}(1+ma)$	$I_{ino}(1-m)$	$I_{ino}(1+m)$	$I_{ino}(1-mb)$	$I_{ino}(1+mb)$
増幅率 A	$A_o(1+m)$	$A_o(1-m)$	$A_o(1+m)$	$A_o(1-m)$	$A_o(1+m)$	$A_o(1-m)$
電流検出回路 7 B の 出力値 V_a	$I_{ino}A_o \times (1+(m-ma))$	$I_{ino}A_o \times (1+(ma-m))$	$I_{ino}A_o$	$I_{ino}A_o$	$I_{ino}A_o \times (1+(m-mb))$	$I_{ino}A_o \times (1+(mb-m))$
V_a の差分 ΔV_a	$2I_{ino}A_o(ma-m)$		0		$2I_{ino}A_o(mb-m)$	
ΔV_a の極性	マイナス		0		プラス	
積分回路の出力 V_b	上昇		一定		下降	
参照電圧 E	上昇		一定		下降	

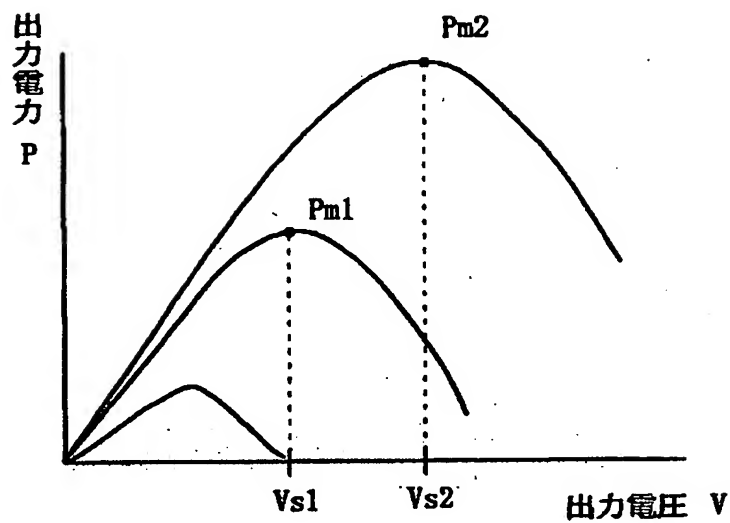
【図10】



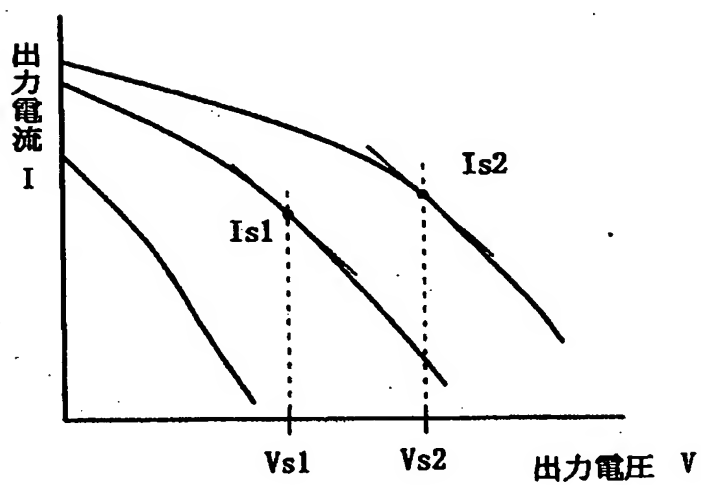
【図 11】

風力発電出力特性

(a)



(b)



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 簡単な回路を用いた方法で太陽電池等の発電量が最大になるように動作点を正確に制御し、最適動作点の変動に追尾する。

【解決手段】 電流電圧特性が P の字特性である太陽電池等の電源で発生する電力をスイッチングコンバータを介して負荷に供給する方法において、スイッチングコンバータの入力電圧を変調して、電源出力電流を、上記変調と同位相で且つ同等の大きさの変化の割合で増幅率を切り替える増幅率切替機能を有する回路で検出し、この回路の出力の上記変調と同期した成分を弁別回路で復調した信号を用いて上記スイッチングコンバータを制御することにより、直流電源で発生する出力最大電力動作点の変動してもその変動に追尾して最大電力を出力する。風力発電および波力発電においても同一方法で最大電力追尾制御できる。

【選択図】 図 1

認定・付加情報

特許出願の番号 特願2001-067464
受付番号 50100339950
書類名 特許願
担当官 末武 実 1912
作成日 平成13年 5月 1日

<認定情報・付加情報>

【特許出願人】 申請人
【識別番号】 301000011
【住所又は居所】 東京都千代田区霞が関1丁目3番1号
【氏名又は名称】 経済産業省産業技術総合研究所長
【特許出願人】
【識別番号】 500046807
【住所又は居所】 茨城県つくば市梅園1丁目1番4 経済産業省産業技術総合研究所電子技術総合研究所内
【氏名又は名称】 河西 勇二

【書類名】 出願人名義変更届（一般承継）
【あて先】 特許庁長官殿
【事件の表示】
【出願番号】 特願2001- 67464
【承継人】
【識別番号】 301021533
【氏名又は名称】 独立行政法人産業技術総合研究所
【代表者】 吉川 弘之
【連絡先】 部署名 独立行政法人産業技術総合研究所
知的財産部知的財産管理室
担当者 長山 隆久
電話番号 0 2 9 8 - 6 1 - 3 2 8 2
【提出物件の目録】
【物件名】 権利の承継を証明する書面 1
【援用の表示】 平成6年特許願第39472号
【ブルーフの要否】 要

認定・付加情報

特許出願の番号	特願2001-067464
受付番号	50101413394
書類名	出願人名義変更届（一般承継）
担当官	末武 実 1912
作成日	平成13年10月 2日

<認定情報・付加情報>

【提出日】	平成13年 9月26日
-------	-------------

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [301000011]

1. 変更年月日 2001年 1月 4日

[変更理由] 新規登録

住 所 東京都千代田区霞が関1丁目3番1号

氏 名 経済産業省産業技術総合研究所長

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [500046807]

1. 変更年月日 2000年 1月17日
[変更理由] 新規登録
住 所 茨城県つくば市梅園1丁目1番4 工業技術院電子技術総合研
究所内
氏 名 河西 勇二
2. 変更年月日 2001年 3月30日
[変更理由] 住所変更
住 所 茨城県つくば市梅園1丁目1番4 経済産業省産業技術総合研
究所電子技術総合研究所内
氏 名 河西 勇二

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [301021533]

1. 変更年月日 2001年 4月 2日
[変更理由] 新規登録
住 所 東京都千代田区霞が関1-3-1
氏 名 独立行政法人産業技術総合研究所

整理番号 10744690

発送番号 239057

発送日 平成14年 7月23日 1 / 2

拒絶理由通知書



特許出願の番号 特願2001-067464
起案日 平成14年 7月18日
特許庁審査官 川端 修 8718 3V00
特許代表出願人 独立行政法人産業技術総合研究所 (外 1名)
様
適用条文 第29条第2項

この出願は、次の理由によって拒絶をすべきものである。これについて意見があれば、この通知書の発送の日から60日以内に意見書を提出して下さい。

理 由

この出願の下記の請求項に係る発明は、その出願前日本国内又は外国において頒布された下記の刊行物に記載された発明又は電気通信回線を通じて公衆に利用可能となった発明に基いて、その出願前にその発明の属する技術の分野における通常の知識を有する者が容易に発明をすることができたものであるから、特許法第29条第2項の規定により特許を受けることができない。

記 (引用文献等については引用文献等一覧参照)

- ・請求項 1-6
- ・引用文献番号 1-4
- ・備考 引用例1-4には、電圧等を微小変化させた結果に基づいて、太陽電池に接続されたコンバータを制御することが開示されている。

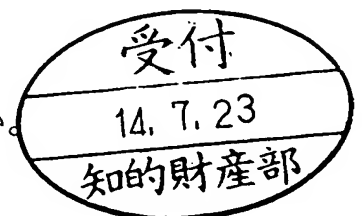
引 用 文 献 等 一 覧

1. 特開2001-60121号公報
2. 特開2000-333371号公報
3. 特開平8-182335号公報
4. 特開平7-31157号公報

先行技術文献調査結果の記録

・調査した分野 IPC第7版 H02M 3/155

この先行技術文献調査結果の記録は、拒絶理由を構成するものではない。



発送番号 239057

発送日 平成14年 7月23日 2 / 2

この拒絶理由通知の内容に関するお問い合わせ、または面接のご希望がございましたら下記までご連絡下さい。

特許審査第2部 自動制御(電動機制御) 川端 修

TEL. 03(3581)1101 内線3356 FAX. 03(3501)0671